

## 电力技术

## 浅谈风电机组的日常运维及检修技术

王洪福

国华(乾安)风电有限公司

DOI: 10.12238/jpm.v5i11.7399

[摘要] 目前,我国对电能的不断增加,风电项目建设越来越多。风力发电厂机组启停次数及调峰频次的增加,以及持续的低负荷运行,长期在这些工况下运行,会对设备造成一定损坏。发电厂设备增加了动作次数,降低了设备寿命,可靠性大幅度降低。因此,为确保满足下次检修周期内的质量要求,机组大修尤为重要。本文首先分析风电机组有许多优点,其次探讨风电机组的日常运维措施,最后就风电机组的检修技术实践研究,只有这样,才能更好地服务于生产,服从于安全。

[关键词] 风电机组;日常运维;检修技术

## On the daily operation and maintenance and maintenance technology of wind turbine

Wang Hongfu

Guohua (Qian'an) Wind Power Co., LTD.

[Abstract] At present, China's increasing electric energy, wind power project construction is more and more. The increase of the start and stop frequency and the peak regulation frequency of the wind power plant units, as well as the continuous low load operation, the long-term operation under these working conditions, will cause certain damage to the equipment. Power plant equipment increases the number of actions, reduces the life of the equipment, and the reliability is greatly reduced. Therefore, in order to ensure that the quality requirements in the next maintenance cycle are met, the unit overhaul is particularly important. This paper first analyzes the advantages of wind turbine, then discusses the daily operation and maintenance measures of wind turbine, and finally studies the maintenance technology of wind turbine, only in this way, can better serve the production, subject to safety.

[Key words] wind turbine; daily operation and maintenance; maintenance technology

## 引言

随着我国并网风机装机容量的持续增长,系统中积累了海量的相关数据,数据信息主要包括风机运行数据采集与监视控制(SCADA)系统数据、机组设备信息、运维工单和运营数据等。这些风电机组的运维数据(简称风电运维数据)是进行风电机组运营状态分析和应用的基础,虽然所含信息量大,但是数据来源分散无法形成标准化的数据结构,难以发现风电机组部件与部件、故障与故障,以及与其他多方面的关联性信息。因此,风电运维领域多源异构数据间多参数的挖掘及可视化,是有效利用风电运维数据的关键。

## 1 风电机组有许多优点

风电机组是一种清洁能源设备,不产生污染物和温室气体,对环境友好。风能作为一种可再生能源,具有丰富的资源

储备,可以不断地进行发电。风电机组可以建在广阔的地区,例如,戈壁、海上或山区,利用风能来发电,无须占用大量土地资源。

## 2 风电机组的日常运维措施

## 2.1 前期策划

围绕“五不一确保”的HSE管理总体目标(即“不着火、不伤人、不污染、不扰民、停工开火炬不冒一次黑烟”,确保“停得下、修得好、开得起、稳得住、长周期、出效益”)制定大型机组检修管理“五个一”目标,即一机一管理团队、一机一施工方案、一机一质控展板、一次检修质量合格率100%、一次开车成功率100%。由于大型机组群停群修工作量大、技术要求高、检修时间紧,公司动设备管理部门需要提前筹划、精心准备,针对性编制相关指导说明,带领运行管理部门(一

般指车间)、维修部门和相关专业部门(如电气、仪表、采购等)统筹开展检修准备工作。相关指导说明包括:1)《大型机组检修工作指南》。该指南由公司动设备管理团队依托《炼油企业检修管理指南》编制,明确大型机组检修策略、检修内容、物资需求、施工组织、交底和反交底、施工人员考试、工器具清单、过程控制、电仪互联、回装调试、停开机评价等方面内容,为检修工作提供全面指导。2)《检修作业指导书》。参照大型机组维修规程,针对每台机组编制相应的检修工序图册,对每个工序的施工方法、测量数据、所需工具、注意事项均分门别类一一详述,形成一份“傻瓜式”检修技术教程,最大程度满足新手对照即可开展工作的需求。3)《大型机组检修现场5S标准化指导》。5S起源于日本,是指在生产现场对人员、机器、材料、方法等生产要素进行有效管理的一种制造业工厂管理办法。其中,“5S”是整理(Seiri)、整顿(Seiton)、清扫(Seiso)、清洁(Seiketsu)和素养(Shitsuke)2个词的英文缩写。大型机组零部件众多,施工现场管理必须整齐有序,工机具、零部件、辅助材料等的摆放必须规划得清清楚楚,并严格按照要求执行,这就需要一整套标准的方法,即3S方法。该图册以条款要求+现场实拍照片的形式进行编制,施工作业人员可对照执行,简单高效,操作性较强。

## 2.2 风电运维知识图谱可视化

三元组结构模式能够有效地表示运维信息间的各种联系。所构建的知识图谱主要包括风机的部件、相应的检修工单、设备故障和故障根因等。后续利用风电机组运维知识图谱的实体关系,可构建实体关联的推理模型,实现故障继发预测。利用知识图谱的语义和结构信息,根据故障的发展过程和知识图谱中动态更新的实体关系对事件未来可能出现的机组故障实体元素进行推理。

## 2.3 质量管理

在实施检修之前,需要选择一组经验丰富的技术人员,他们应该具备专业知识和技能,能够熟练地操作检测仪器和工具,这些技术人员应该有良好的沟通与协调能力,能够协作完成设备的各项检修任务,还应做好检修准备工作,以有效提高检修效率和质量,避免在检修过程中因为一些小问题而浪费时间和精力。在整个检修过程中,应该进行质量监控和记录,以便及时发现和纠正问题。同时,应该记录检查结果和检查过程中的一些关键数据。在定期召开的检修协调会上汇报检修过程中发现的问题以及需要协调的事项,最终目的是提高检修质量。

## 2.4 做好记录和统计工作

记录和统计风电机组运行状态、维护记录、故障和修复情况等信息,为后续分析和决策提供参考依据。这些日常运维措施能够保障风电机组的正常运转和高效发电。定期检查和维

还能够延长风电机组的寿命,降低运营成本。因此,日常运维是风电行业不可忽视的重要环节。

## 2.5 HSE 控制

每台机组检修均需成立 HSE 督查组,编制工作安全分析(JSA)、安全检查表(SCL)、环境因素识别评价表,充分发挥承包商安全管理体系作用,制定 HSE 控制措施,确保检修工作 HSE 受控。主要措施包括“机组周边设置围挡、防止缝隙坠物,地面吊装并设置围挡、防止坠物伤人,关键机组厂房通道锁门、防止闲杂人员进入检修现场”等,另外还有防高空坠物、防工机具和设备备件伤人等措施。

## 3 风电机组的检修技术实践

### 3.1 优化检修过程

检修流程和操作规程需要不断优化和改进,以提高效率和质量,减少检修时间和成本,如引入更先进的检修工具和设备(如检测仪器)等。根据设备的特点和故障类型合理安排,减少不必要的等待和繁琐的操作。建立检修管理系统,实现检修工作的计划和跟踪,及时反馈检修情况,提高检修效率和质量。

### 3.2 文明施工保障

文明施工不仅是检修队伍的基本素养,也是管理单位严谨工作作风的体现。良好的施工环境,对锤炼队伍品格,提升工作质量有极其重要的意义。具体操作如下:1)检修改造总指挥部编制《停工检修现场管理标准化手册》,包括“一部一站八库五布置”。“一部”即大修指挥部;“一站”即施工人员休息驿站;“八库”即工机具材料库、管阀材料库、仪表材料库、热处理材料库、保温材料库(新/利旧)、螺栓清洗库、脚手架材料库、废弃物堆放库;“五布置”即宣传布置、就餐布置、吊机布置、临时配电布置、后勤布置,为建设标准化停工检修工地提供样板支持。分指挥部编制检修现场平面布置图,包括“一部一站八库五布置”分布位置、紧急疏散通道、施工变电站、现场一级配电箱摆放等,指导承包商建设标准化检修工地。2)大型机组检修依据《大型机组检修现场5S标准化指导》,办理检修施工作业许可票,做好现场零部件、工机具、主辅材料等摆放布置,确保干净、整齐、标准化。由于机组检修范围相对固定,标准化现场布置要求更高,执行力度更强,应成为整个大修工地的标准化样板。

### 3.3 发电机检查和维护

定期检查发电机的绝缘状况,使用绝缘测试仪进行测试,防止因绝缘老化导致的设备故障。同时,检查发电机的齿轮和轴承等部件,如有问题,及时更换或修复;并且对发电机外部和过滤器的清洁、各部位链接螺栓的紧固情况,主要有发电机地脚螺栓、发电机与联轴器之间的螺栓、接线盒内接线柱与电缆的连接螺栓;集电环与电刷的检查维护等。

### 3.4 液压系统故障诊断方法

(1) 简易故障诊断法。简易故障诊断法是目前采用最普遍的方法,它是靠维修人员凭个人的经验,利用简单仪表根据液压系统出现的故障,客观的采用问、看、听、摸、闻等方法了解系统工作情况,进行分析、诊断、确定产生故障的原因和部位,具体做法如下:1) 询问设备操作者,了解设备运行状况。其中包括:液压系统工作是否正常;液压泵有无异常现象;液压油检测清洁度的时间及结果;滤芯清洗和更换情况;发生故障前是否对液压元件进行了调节;是否更换过密封元件;故障前后液压系统出现过哪些不正常现象等,需逐一进行了解。2) 看液压系统工作的实际状况,观察系统压力、速度、油液、泄漏、振动等是否存在问题。3) 听液压系统的声音,如:冲击声;泵的噪声及异常声;判断液压系统工作是否正常。4) 摸温升、振动、爬行及联接处的松紧程度判定运动部件工作状态是否正常。总之,简易诊断法只是一个简易的定性分析,对快速判断和排除故障,具有较广泛的实用性。(2) 液压系统原理图分析法。根据液压系统原理图分析液压传动系统出现的故障,找出故障产生的部位及原因,并提出排除故障的方法。液压系统图分析法是目前工程技术人员应用最为普遍的方法,它要求人们对液压知识具有一定基础并能看懂液压系统图掌握各图形符号所代表元件的名称、功能、对元件的原理、结构及性能也应有一定的了解,有这样的基础,结合动作循环表对照分析、判断故障就很容易了。所以认真学习液压基础知识掌握液压原理图是故障诊断与排除最有力的助手,也是其它故障分析法的基础。必须认真掌握。(3) 其它分析法。液压系统发生故障时,往往不能立即找出故障发生的部位和根源,为了避免盲目性,人们必须根据液压系统原理进行逻辑分析或采用因果分析等方法逐一排除,最后找出发生故障的部位,这就是用逻辑分析的方法查找出故障。

### 3.5 提高设备智能化水平

引入智能化检修管理系统,可以帮助实现设备信息化管理,包括设备检修记录、设备状态监测、故障诊断等。系统还可以实现实时监测和预警,及时发现设备故障并做出响应,提高检修效率和设备可靠性。通过利用无人机巡检、虚拟仿真技术、智能化监控等,提高检修效率,减少人员安全风险,并实现对设备的精细化管理。

### 3.6 定期进行设备状态监测

通过振动监测、温度监测、油液分析等手段,定期检测设备运行状态,及时发现异常情况,并采取相应的维修措施。以上是一些常见的风电机组检修技术实践,通过定期的检修和维护,可以保证机组的正常运行,延长设备使用寿命,同时降低故障和事故发生率。这些技术实践需要专业人员和设备来支持和进行,并且需要遵循相关安全操作规程。

### 3.7 修后管理

检修结束后,需对机务、电气、热工等方面进行检查确认,设备、标志标识、封堵、照明、防护、润滑、指示、联锁试验、急停装置、消防、接地、隔离、防误闭锁等都满足运行要求。公司审批机组启动方案,运行人员严格执行流程要求。机组检修后,应组织冷态验及热态验收并做出评价。机组运行15d后,运行部门应编写运行调试报告。相应的修后试验也应进行,与修前的数据比对分析,检验本次检修质量,判断机组性能和健康水平。最后,企业在机组启动并网复役后,应及时对检修完成情况、主要设备问题及处理情况、主要遗留工作及处理措施、工期等方面进行全面总结,检修资料整理后归档。

### 结语

综上所述,通过以上的日常运维及检修技术,能够保障风电机组的正常运转和高效发电。同时,定期检查和维护还能够延长风电机组寿命,降低运营成本。可以看出,风电机组日常运维及检修技术是风电行业的重要组成部分,对于风电发展和利用风能具有重要意义。与其他发电厂、行业协会等进行经验交流,互相借鉴和学习。相信随着技术进步、管理制度的完善、检修标准化意识的不断提高,检修质量定会有大的提升。关注国内外先进的技术和管理经验,积极引进和推广,与其他发电厂、行业协会等进行经验交流,互相借鉴和学习。相信随着技术进步、管理制度的完善、检修标准化意识的不断提高,检修质量定会有大的提升。

### [参考文献]

- [1]田志强.状态检修在风力发电机组检修中的应用及影响因素[J].电力工程技术创新,2023,5(1):21-23.
- [2]李锁,黄玲玲,刘阳等.基于风电机组状态信息的海上风电场维护策略[J].2022.1007-1022.
- [3]赵君宇,高山,徐路等.考虑台风影响的海上风电机组双层检修策略[J].电力建设,2023,44(7):121-130.
- [4]柳洋.点检定修在火电厂设备管理中的应用分析[J].中国市场,2019(20):101-102.
- [5]徐春.点检定修制在火电厂设备管理中的应用实践及思考[J].沈阳工程学院学报(自然科学版),2014,10(3):285-288.
- [6]朱愈,李志勇,权星军,等.火电厂智能运维一体化管理系统的研究与应用[J].电力设备管理,2020(9):110-111.
- [7]李德敏.抽水蓄能电站机组A修全过程管理[J].水电站机电技术,2022,45(3):12-14.
- [8]高祥.二滩水力发电厂检修策略研究[J].中国电业(技术版),2011(8):49-52.